

الباب الثاني

الدرس الأول : المعادن

الدرس الثاني: التركيب البلوري للمعادن

الدرس الثالث : الخواص الفيزيائية للمعادن

المعادن

- إذا ما نظرنا إلي حياتنا اليومية نجدها ترتبط ارتباطاً وثيقاً مع القشرة الأرضية وما تحتويه من ثروات طبيعية فكان من الضروري على الإنسان أن يتعرف على مكونات القشرة الأرضية (**علل**)
- ١- لتتعلم كيف نستفيد من خيراتها على أفضل وجه فنأكل من زراعة تربتها، ونسكن في منازل نبنها من مواد نستخرجها من صخورها ومعادنها.
 - ٢- نتقي شروها من الزلازل والبراكين والسيول التي تؤثر على سطحها.

إستخدام المعادن

| | |
|--|----------------------|
| <p>انسان العصر الحجري :</p> <ol style="list-style-type: none"> ١- استخدم صخر الصوان في عمل السكاكين والحراب للصيد والدفاع عن النفس. ٢- استخدم الأصباغ المعدنية الحمراء (الهيمايتيت) والصفراء (الليمونيت) في الرسم على جدران الكهوف. 3- ثم ازدهرت صناعة الفخار من المعادن الطينية بعد إكتشاف النار. <p>الانسان المصري القديم :</p> <ol style="list-style-type: none"> ٤- استخدم الأحجار زاهية الألوان مثل الزمرد والجمشت والفيروز والمالاكيت للزينة. | <p>قديمًا</p> |
| <ol style="list-style-type: none"> ١- الكالسييت في صناعة الأسمنت. ٢- الكوارتز (الرمل) يدخل في المصنوعات الزجاجية. ٣- أكاسيد الحديد (الهيمايتيت / الماجنتيت) تدخل في صناعة الحديد والصلب اللازم في البناء وصناعة السيارات وسكك الحديد. ٤- الفلسبار يدخل في صناعة الخزف. ٥- تُشكل الفلزات كالذهب والنحاس لتناسب استخدامات الحياة المتعددة. | <p>حديثًا</p> |

- تتكون القشرة الأرضية من ثلاثة أنواع من الصخور هي النارية والرسوبية والمتحولة.
 ➡ وعادة ما يتكون الصخر من عدة معادن متماسكة ولكن يحتفظ كل معدن بخصائصه وقليلًا ما نجده يتكون من معدن واحد فقط.

➡ الصخور التي تتكون معدن واحد مثل : **الحجر الجيري** الذي يتكون معدن الكالسيت
 ➡ الصخور التي تتكون من عدة معادن مثل : **الجرانيت** الذي يتكون من معادن الفلسبار والميكا والكوارتز.

- عادة ما تشترك المعادن المكونة للصخر في بعض الصفات أو الخواص (**علل**)

حيث أن :

- ١- **الصخور النارية** : تكونت من تبلور الصهير يتكون من مجموعة من المعادن تبلورت مع انخفاض صغير نسبياً من درجات الحرارة والضغط.
- ٢- **الصخور الرسوبية** : التي نقلت وترسبت فإنها تشترك في خواص متقاربة بالنسبة لحجم الحبيبات ووزنها النوعي.
- مثال : رواسب السهل الفيضي لنهر النيل المكون من الغرين والصلصال المتواجدان في التربة الزراعية في مصر.

- مما سبق يتضح أن

المعدن : هو الوحدة الأساسية التي يتكون منها الصخر

المعدن بالنسبة للجيولوجي المتخصص :

- ١- مادة صلبة
- ٢- غير عضوية
- ٣- تتكون في الطبيعة
- ٤- لها تركيب كيميائي محدد
- ٥- له شكل بلوري مميز

-الفحم ليس معدنًا (علل)

-البتترول ليس معدنًا (علل)

تكون المعادن

تنقسم المعادن إلى نوعين :

المعادن العنصرية : وهي المعادن التي تتكون من عنصر واحد فقط
مثل : **الكبريت والنحاس والذهب** وكذلك **الجرافيت والماس** اللذان يتكونان من عنصر الكربون.

المعادن المركبة : وهي المعادن التي تتكون من اتحاد عنصرين أو أكثر كيميائيًا حيث ترتبط لتكون مركبًا ثابتًا.

مثل : **الكوارتز** الذي يتكون من ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2)
و **الكالسيت** الذي يتكون من كربونات الكالسيوم (CaCO_3)

ومن الأركان الأساسية لتعريف المعدن أن له تركيب كيميائي محدد وبناء ذري ثابت

وبالنسبة للتركيب الكيميائي تنقسم إلى نوعين :

- ١- معادن ذات تركيب كيميائي ثابت وهي قليلة مثل : **الكوارتز (المرو)**
- ٢- معادن ذات تركيب كيميائي متغير وهي الأغلبية حيث يتغير تركيبها بإحلال عنصر محل آخر في نطاق ضيق بحيث لا يغير من الترتيب الذري للهيكل البنائي للمعدن.

الشق الأساسي لتعريف المعدن هو :

أن المعدن مادة متبلرة يتحكم النظام البلوري لها في شكل المعدن وخصائصه الطبيعية (لون وصلابة وانفصام ومكسر) وخصائصه الكيميائية أيضًا.

عدد المعادن ونسب العناصر في القشرة الأرضية :

- ١ - تعرف الإنسان على أكثر من ١٠٠ عنصر
- ٢ - ٨ عناصر فقط هي من تكون ٩٨.٥ % من وزن القشرة الأرضية.
- ٣ - باقي العناصر المعروفة مثل النحاس والذهب والكربون لا تمثل أكثر من ١.٥ %.

جدول نسب العناصر الشائعة في القشرة الأرضية

| العنصر | الأكسجين | السيليكون | الألومنيوم | الحديد | الكالسيوم | الصوديوم | البوتاسيوم | الماغنسيوم |
|--------|----------|-----------|------------|--------|-----------|----------|------------|------------|
| النسبة | ٤٦.٦ % | ٢٧.٧ % | ٨.١ % | ٥ % | ٣.٦ % | ٢.٨ % | ٢.٦ % | ٢.١ % |

- ٤ - تعرف العلماء على أكثر من ٢٠٠٠ معدن.
- ٥ - عدد المعادن الشائعة وذات القيمة الاقتصادية لا يتعدى ٢٠٠ معدن.
- ٦ - أما المعادن المكونة لصخور القشرة الأرضية فإنها تعد **بالعشرات** وتنقسم إلى :

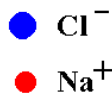
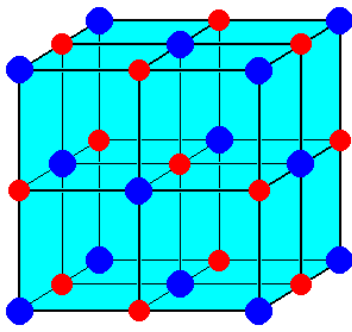
جدول المجموعات الكيميائية المكونة للمعادن :

| الترتيب | المجموعات المعدنية | أمثلة للمعادن |
|----------------------|--------------------|--|
| الأكثر ↓ الأقل | السيليكات | الكوارتز / أورثوكليز / بلاجيوكليز / الميكا / الأمفيبول / البيروكسين / الأوليفين / الصوان |
| | الكربونات | الكالسيت / الدولوميت / المالakit |
| | الأكاسيد | الهيماتيت / الماجنتيت |
| | الكبريتيدات | البيريت / الجالينا / السفاليريت |
| | الكبريتات | الباريت / الجبس / الأنهدريت |
| | العناصر المنفردة | الذهب / النحاس / الكبريت / الجرافيت / الماس |

التركيب البلوري للمعادن

الشكل البلوري : هو ترتيب ذرات العناصر داخل المعدن ترتيباً منتظماً متناسقاً.
البلورة : هي جسم هندسي مصمت له أسطح خارجية مستوية تسمى بالأوجه البلورية.

تكوين الهيكل البنائي لمعدن الهاليت :



NaCl

النظام البلوري لمعدن الهاليت

النظام البلوري لمعدن الهاليت NaCl

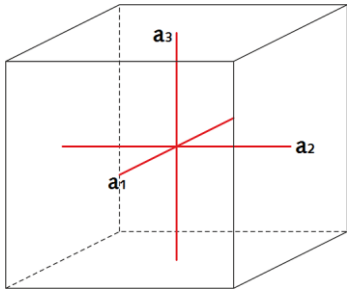
(كلوريد الصوديوم / ملح الطعام

/ الملح الصخري) : يتكون من اتحاد أيونات

الصوديوم الموجبة مع أيونات الكلور السالبة في

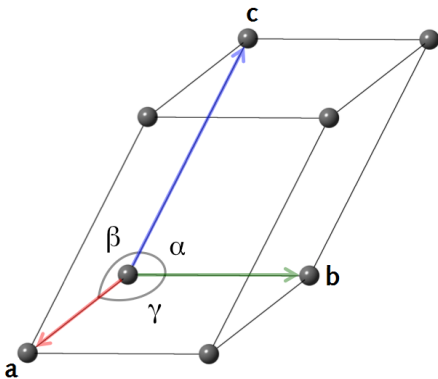
نظام تكراري ينتج عنه نظام بلوري مميز لمعدن

الهاليت يكون على شكل مكعب (النظام المكعبي).



العناصر الأساسية للبلورة :

١ - المحاور البلورية : ويرمز لها (a_1, a_2, a_3) في حالة تساوي أطوالها وفي حالة إختلاف أطوالها يرمز لها (a, b, c) ومن أمثلتها :



محور التماثل الرأسي : الخط الذي يمر بمركز البلورة وتدور حوله

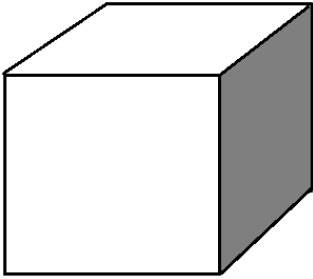
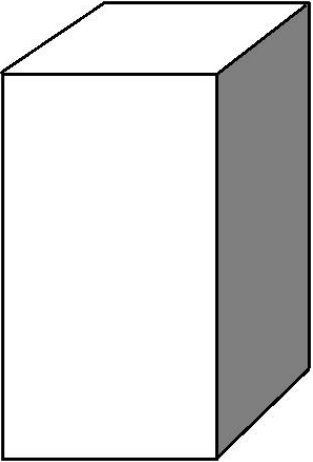
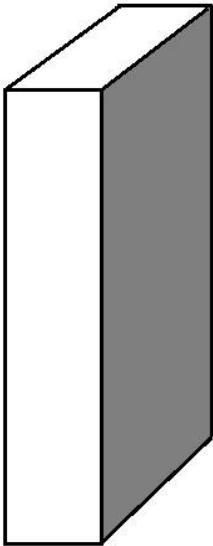
فيتكرر ظهور أوجه أو حروف أو زوايا البلورة مرتين أو أكثر.

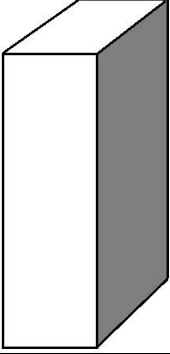
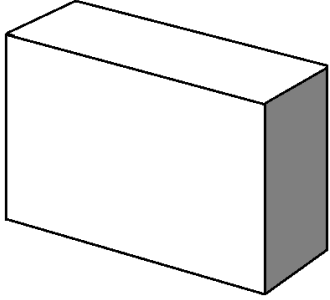
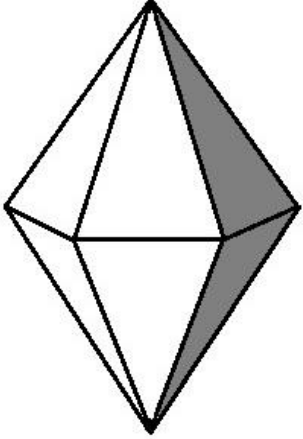
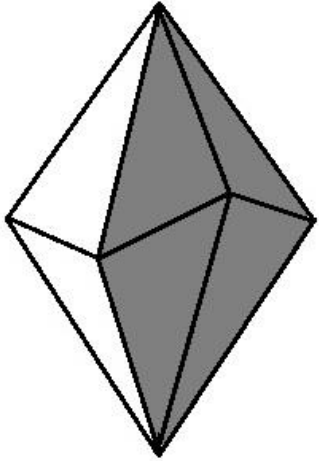
٢ - الزوايا بين المحاور : ويرمز لها (α, β, γ) وتتوقف درجة

التماثل البلوري على أطوال المحاور والزوايا بينهم.

٣ - مستوى التماثل البلوري : هو المستوى الذي يقسم البلورة إلى نصفين متشابهين تمامًا.

الفصائل (الأنظمة) البلورية

| الشكل البلوري | أطوال المحاور والزوايا بينها | الأنظمة |
|---|--|--------------------|
|  | تتضمن على ثلاثة محاور بلورية متساوية في الطول ومتعامدة الزوايا $a_1 = a_2 = a_3 / \gamma = \beta = \alpha = 90^\circ$ أكبر قدر من التماثل البلوري | ١ - المكعبي |
|  | تتضمن على ثلاثة محاور بلورية متعامدة، محوران متساويان والثالث يختلف عنهم في الطول $a_1 = a_2 \neq c / \gamma = \beta = \alpha = 90^\circ$ | ٢ - الرباعي |
|  | تتضمن البلورة على ثلاثة محاور بلورية مختلفة في الطول ومتعامدة الزوايا. $a \neq b \neq c / \gamma = \beta = \alpha = 90^\circ$ | ٣ - المعيني القائم |

| | | |
|---|---|---|
|  | <p>تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية مختلفة في الطول ومحوران منهما متعامدان والثالث مائل عليهما.</p> <p>$a \neq b \neq c / \gamma = \alpha = 90^\circ \neq \beta$</p> | <p>٤ - أحادي الميل</p> <p>تنتمي أغلب المعادن لتلك الفصيلة</p> |
|  | <p>تشتمل على ثلاثة محاور بلورية مختلفة في الطول وغير متعامدة</p> <p>$a \neq b \neq c / \gamma \neq \beta \neq \alpha$</p> | <p>٥ - ثلاثي الميل</p> <p>أقل قدر من التماثل البلوري</p> |
|  | <p>ثلاثة محاور بلورية أفقية متساوية في الطول وتتقاطع مع بعضها في زوايا متساوية</p> <p>- يتعامد عليهم محور رأسي سداسي التماثل يختلف عنهم في الطول.</p> <p>- تحتوي على مستوى تماثل أفقي.</p> <p>$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$</p> | <p>٦ - السداسي</p> |
|  | <p>ثلاثة محاور بلورية أفقية متساوية في الطول وتتقاطع مع بعضها في زوايا متساوية</p> <p>- يتعامد عليهم محور رأسي ثلاثي التماثل يختلف عنهم في الطول</p> <p>- لا تحتوي على مستوى تماثل أفقي.</p> <p>$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$</p> | <p>٧ - الثلاثي</p> |

الخواص الفيزيائية للمعادن

هي الخواص الظاهرة التي يسهل ملاحظتها في العينة اليدوية وتعطي تعريفًا مبدئيًا عن المعدن ثم يؤكد ذلك بالطرق المعملية التي تتطلب الأجهزة والتحليل المعقدة.

وتنقسم الخواص الفيزيائية إلى خواص بصرية وخواص تماسكية وخواص أخرى.

أولاً : الخواص البصرية

هي خواص تعتمد على تفاعل المعدن مع الضوء الساقط عليه والمنعكس منه وأهمها :

١- البريق :

- هو قدرة المعدن على عكس الضوء الساقط عليه.

(أ) **بريق فلزي** : للمعادن التي لها مظهر الفلزات فتعكس الضوء بدرجة كبيرة فيظهر لامعًا.

مثل : البيريت / الجالينا / الذهب



الذهب

(ب) **بريق لافلزي** : للمعادن التي ليس لها بريق الفلزات لذلك يوصف بريقها بما يشابهه من الأمثلة المألوفة لنا مثل :

١- بريق زجاجي مثل : **الكوارتز والكالسيت**.

٢- بريق لؤلؤي مثل : **الفلسبار**.

٣- بريق ماسي مثل : **الماس**.

٤- بريق ترابي أو أرضي وهو أقلها بريقًا فيظهر المعدن

سطحه مطفي وغير براق مثل : **الكاولينيت**.



الكوارتز

٢- اللون :

هي الخاصية التي تعتمد على طول الموجات الضوئية التي تنعكس من المعدن وتعطي الاحساس باللون.

اللون هو أكثر الصفات وضوحًا إلا أنه صفة قليلة الأهمية نسبيًا في التعرف على المعدن (علل)

- حيث تتغير ألوان أغلب المعادن باختلاف التركيب الكيميائي للمعدن أو إحتوائه على نسبة من الشوائب ومن أمثلة ذلك :



أ) الكوارتز : الذي يظهر بالوان متعددة منها:

١- الوردي : لوجود شوائب من المنجنيز.

٢- البنفسجي : لوجود شوائب من أكاسيد الحديد ويسمى بـ (الأميثيست)

٣- الأبيض في لون الحليب : يحتوي على شوائب من الفقاعات الغازية.



٤- لون الدخان الرمادي : نتيجة كسر بعض الروابط بين ذرات

عناصره لتعرضه لطاقة إشعاعية عالية

٥- شفاف : وهو الكوارتز النقي لذلك يسمى

بـ (البلور الصخري) تشبيهًا له بالبلور.

ب) السفاليرايت (كبريتيد الزنك) :

لونه أصفر شفاف يتحول غلي اللون البني لإحلال بعض ذرات الحديد محل بعد ذرات الزنك.

وهناك أيضًا معادن ذات ألوان ثابتة متأصلة لا تتغير مثل :

١- الكبريت : لونه أصفر ٢- المالاكيت (كربونات النحاس المائية) : لونه أخضر

٣- المخدش :

هو لون مسحوق المعدن الذي نحصل عليه بحك المعدن فوق قطعة من خزف غير مصقول

- يعتبر المخدش أحد الخواص التي يمكن الإعتماد عليها في التعرف على المعدن (علل)
لأنه ثابت في المعادن التي يتغير لونها بتغير نوع أو كمية الشوائب بها.

أمثلة :



الهيماتيت

١- الهيماتيت يظهر بلون (رمادي غامق أو أحمر) ومخدشه : أحمر

٢- البيريت له لون ذهبي ومخدشه : أسود

٣- الكوارتز يظهر بألوان متعددة ومخدشه : أبيض

٤ - خاصية عرض الألوان :

- تغير لون المعدن مع تحريكه أمام عين الإنسان في الإتجاهات المختلفة.

- وتظهر تلك الخاصية في المعادن الكريمة مثل الماس والأوبال

١- الماس : يفرق شعاع الضوء الساقط عليه نتيجة إنكساره إلى اللونين الأحمر والبنفسجي

فيعطي بريقاً عالياً في كل الإتجاهات.

٢- معدن الأوبال : يتميز بخاصية اللاألة (عين الهر) حيث

يتموج بريق المعدن ذو النسيج الأليافي باختلاف النظر إليه.



٥- الشفافية :

- هي قدرة المعدن على إنفاذ الضوء خلاله.

١- المعدن الشفاف : الذي يمكننا الرؤية خلاله بوضوح.

٢- المعدن شبه الشفاف : نرى خلاله صورة غير واضحة

٣- المعدن المعتم : لا ينفذ الضوء من خلاله.

ثانيًا : الخواص التماسكية

١- الصلادة :

-درجة مقاومة المعدن للخدش أو البري.

- حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند حكه به.
وقد قام العالم موهس بوضع مقياس للصلادة تتراوح درجاته بين ١ أقل المعادن صلادة وهو التلك و ١٠ لأشد المعادن صلادة في الطبيعة وهو الماس.

| تلك | جبس | كالسيت | فلوريت | أباتيت | أرثوكليز | كوارتز | توباز | كوراندوم | ماس |
|-----|-----|--------|--------|--------|----------|--------|-------|----------|-----|
| ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ |

تعيين الصلادة :

-يسهل تعيين الصلادة في الحقول الجيولوجية أو المعمل بإستخدام أقلام الصلادة مصنوعة من سبائك ذات درجات صلادة محددة.

وحتى في حالة عدم توافر أقلام الصلادة يسهل تعيين الصلادة (علل)

- حيث يمكننا استخدام أشياء شائعة الاستعمال في الحياة اليومية معروفة الصلادة مثل :

١- ظفر الإنسان : ٢.٥ ٢- العملة النحاسية : ٣.٥ ٣- قطعة زجاج النافذة : ٥.٥

٤- قطعة خزف غير مصقول : ٦.٥

أهمية الصلادة : تستخدم في التمييز بين الأحجار الكريمة الطبيعية غالية الثمن وبين أحجار الزينة المقلدة صناعياً من مواد زجاجية أو أكسيد الألومنيوم.

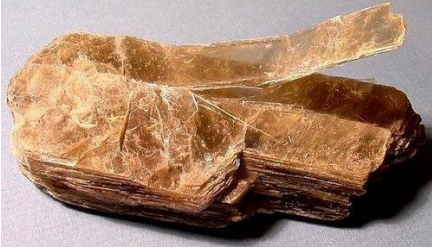
-ومما يسهل التمييز بين الأحجار الكريمة الطبيعية وأحجار الزينة المقلدة أن صلادة أحجار الزينة المقلدة تقل غالباً عن ٦ بينما الأحجار الكريمة الطبيعية تزيد صلابتها غالباً عن ٧.٥

٢- الانفصام :

- هو قابلية المعدن للتشقق على طول امتداد مستويات ضعيفة الترابط نسبياً تنتج عنها أسطح ملساء عند الكسر أو الضغط عليه.

أنواع الانفصام :

١- الانفصام في إتجاه واحد :



(أ) الانفصام الصفائحي : وهو انفصام جيد في إتجاه واحد إذ

ينكسر أو يتشقق مكوناً رقائق وصفائح رقيقة مثل معدن **الميك**



(ب) الانفصام القاعدي : وهو انفصام في اتجاه مواز لقاعدة

البلورة مثل معدن **الجرافيت**.

٢- الانفصام في أكثر من إتجاه :



- في المعادن التي لها أكثر من مستوى انفصام ويتم وصفها بعدد المستويات والزوايا بينها.

(أ) الانفصام المكعبي : مثل معدني **الهاليت والجالينا**.



(ب) الأنفصام معيني الأوجه : مثل معدن **الكالسيت**.

٣- عديم الانفصام مثل الكوارتز.

٣- المكسر : هو شكل السطح الناتج من كسر المعدن في مستوى غير مستوى الانفصام.

- شكل المكسر لا يتبع أي مستويات فيوصف بأشكال معروفة

مثل :



١ - المكسر المحاري : المميز لمعدني الكوارتز والصوان.

٢ - المكسر الخشن : غير منتظم السطح.

٣ - المكسر المسنن : الذي يميز غالبية المعادن في الطبيعة.

٤ - القابلية للسحب والطرق :

هي مدى سهولة وإمكانية تشكيل المعادن بالطرق أو السحب إلي رقائق أو أسلاك مثل الذهب والفضة والنحاس.

وفي المقابل فإن المعادن تعتبر قابلة للكسر إذا تفتت عند الطرق عليها.

ثالثاً : الخواص الأخرى

١ - الوزن النوعي : هو النسبة بين كتلة معدن إلي كتلة نفس الحجم من الماء

حيث تتراوح المعادن ما بين الخفيفة والمتوسطة والثقيلة

مثال : الجالينا ٧.٥ والذهب ١٩.٣

٢ - الخواص المغناطيسية : من حيث إنجذاب المعادن أو عدم إنجذابها مع المغناطيس

مثل : الماجنتيت والهيمايت.

٣ - الخواص الحرارية : مثل قابلية المعدن للانصهار ودرجة انصهاره (مرتفعة أو منخفضة)

٤ - خواص مساعدة أخرى مثل : مذاق المعدن (المذاق الملحي لمعدن الهاليت) أو ملمس

المعدن ورائحته

